

Evolution de quelques critères physico-chimiques de la banane plantain (cultivar Orishele) au cours de la maturation.

Marie-Noëlle COLLIN et Régine DALNIC

EVOLUTION OF SEVERAL PHYSICO-CHEMICAL CRITERIA OF PLANTAIN (CV. ORISHELE) DURING RIPENING.

Marie-Noëlle COLLIN and Régine DALNIC.

Fruits, Jan.-Feb. 1991, vol. 46, n° 1, p. 13-17.

ABSTRACT - Several physico-chemical characteristics of plantain (cv. Orishele) during ripening at ambient temperature. The parameters selected will be used for monitoring fruits during subsequent conservation trials.

The representativeness of measurements of the firmness of fruits in subsequent conservation trials. The starch content was measured at different colour stages. The concentrations of the main sugars and of the two main (quantitatively) organic acids were also investigated.

EVOLUTION DE QUELQUES CRITERES PHYSICO-CHIMIQUES DE LA BANANE PLANTAIN (CULTIVAR ORISHELE) AU COURS DE LA MATURATION.

Marie-Noëlle COLLIN et Régine DALNIC.

Fruits, Jan.-Feb. 1991, vol. 46, n° 1, p. 13-17.

RESUME - On étudie certains critères physico-chimiques de la banane plantain (cultivar Orishele), au cours d'une maturation à température ambiante. Les paramètres choisis serviront au contrôle des fruits pendant les essais de conservation réalisés ultérieurement.

La représentativité des mesures de fermeté sur le fruit entier est étudiée.

Le taux d'amidon est mesuré aux différents stades de couleur, ainsi que la concentration des sucres principaux et des deux acides organiques les plus importants quantitativement.

INTRODUCTION

Le bananier plantain a une place importante dans l'économie des pays en développement. Pour cette production les pertes après récolte peuvent atteindre 30 à 40 p. 100. Elles sont généralement dues à un stade de coupe mal adapté, aux mauvaises conditions de récolte, à l'absence de systèmes de redistribution adaptés aux besoins, de moyens de transport et de conservation.

Un projet du Ministère de l'Agriculture ivoirien, pour l'étude des pertes après récolte de l'igname et de la banane plantain, a été initié, l'IRFA ayant la charge des travaux concernant le plantain.

La plupart des travaux ne pouvant être réalisés que sur le lieu de production, les études relatives à la détermination du point de coupe ont été conduites à la Station IRFA Côte d'Ivoire (M. N'DA ADOPO). Une série d'essais de stockage des fruits a cependant été entreprise au Laboratoire IRFA de Physiologie/Biochimie de Montpellier afin de

déterminer des conditions de conservation qui seraient ensuite transposées en pays producteurs.

L'objectif était d'étudier les possibilités de stockage du plantain à moyen terme (1 à 2 mois), ne nécessitant pas d'installation frigorifique. Dans ce but, nous avons expérimenté différents films de conditionnement permettant de créer des atmosphères modifiées pour allonger la durée de vie à l'état vert de la banane plantain.

Afin d'évaluer la qualité et l'évolution biochimique des fruits en cours de stockage, il fallait au préalable avoir une connaissance plus approfondie du cultivar choisi pour ces essais : le cultivar Orishele.

Celui-ci fait partie des deux cultivars les plus répandus en Côte d'Ivoire avec le cultivar Corne 1 qui représente environ 90 p. 100 de la production. Le cultivar Orishele est cependant de plus en plus recherché pour sa forte productivité (ADOPO, 1989), (45 t/ha) par rapport à celle de Corne 1 (27 t/ha).

Le premier critère visible de la maturation est le changement de couleur de l'épiderme. Il s'accompagne d'une di-

* - IRFA/CIRAD - B.P. 5035 - 34032 MONTPELLIER CEDEX 01

minution de la fermeté de la pulpe, puis de modifications biochimiques de celle-ci (chute du taux d'amidon, augmentation de la concentration en sucres).

Différents travaux ont déjà été publiés sur l'évolution de la maturation de la banane plantain, le nom du cultivar étudié n'étant que rarement mentionné (SANCHEZ-NIEVA, 1970 ; KETIKU, 1973 ; ASIEDU, 1987 ; IFONZUO, 1988).

Les travaux de MARRIOTT (1983) portent sur trois cultivars déterminés : 'Apem' groupe French, 'Apentu' et 'Osa' type Horn (Corne). Les notations des stades «mûr» et «surmûr» sont perçues différemment d'un auteur à l'autre.

Ces données n'étaient pas adaptées au cultivar Orishele et ne pouvaient être utilisées comme référence dans les essais de conservation entrepris. C'est pourquoi il nous a fallu établir des bases concernant les critères de contrôle utilisés en cours de stockage.

Le but de cette étude est de suivre l'évolution de certaines mesures physico-chimiques de la banane plantain (Orishele) au cours d'une maturation à température ambiante (22°C).

MATERIEL ET METHODE

Le cultivar Orishele est originaire du Nigéria. C'est un cultivar «bâtard», intermédiaire entre les 'French' et les 'Faux Corne'. Il est inclus dans le sous-groupe des 'French moyen' (J. CHAMPION, communication personnelle).

Les régimes sont repérés et marqués au moment de la jetée de fleur (Station IRFA d'Abbé en Côte d'Ivoire, N'DA ADOPO). Pour cette étude, ils ont été récoltés 70 jours plus tard, emballés et expédiés par avion en France. A ce stade (intervalle fleur-coupe de 70 jours), le poids des régimes est de 10 à 18 kg (N'DA ADOPO, 1989), le poids moyen des doigts est de 180 g.

Les fruits sont réceptionnés deux jours après la récolte, au laboratoire IRFA de Physiologie/Biochimie de Montpellier. Le jour même T0, les mains de bananes sont réparties en lots homogènes, stockées à température ambiante (22°C) et sont ensuite prélevées et analysées toutes les semaines (T7 - T14) jusqu'à ce que les fruits arrivent à un stade de surmaturation (T21).

Chaque prélèvement est constitué de 5 mains de bananes représentant un poids d'environ 7 kg. L'homogénéité de la couleur du lot est vérifiée et notée selon l'échelle colorimétrique de la banane dessert (Règlementation française et interprétation).

Les notes attribuées s'échelonnent de 3 (fruits tournant verts) à 7 (fruits «tigrés»). La note 5 intermédiaire correspond à des fruits jaunes à extrémités vertes. Au-delà de la couleur 7, lorsque l'épiderme du fruit est jaune et présente de larges taches noires, la pulpe restant cependant en excellent état et ferme, nous avons adopté le terme de fruits surmûrs.

La fermeté de chaque doigt est mesurée avec un pén-

tromètre à arbalète (type Cosse), dans un premier temps sur le fruit avec l'épiderme, puis sans celui-ci. Quatre mesures par doigt sont faites sur le fruit entier et sur le fruit pelé.

Les fruits sont pelés, puis chaque organe (pulpe et peau) est découpé en petits cubes. Les teneurs en matière sèche sont mesurées. Une partie de la pulpe est fixée et extraite à l'alcool éthylique. L'amidon est dosé dans le résidu insoluble à l'alcool (après séchage et broyage), par mesure enzymatique du glucose libéré après une hydrolyse acide. L'extrait alcoolique est évaporé à sec puis repris à l'eau, il est ensuite filtré (membrane de nitrate de cellulose 0,45 µ), puis analysé après dilution par CLHP (Chromatographie Liquide Haute Performance).

L'analyse des sucres et des acides organiques se fait de façon simultanée, en utilisant une colonne polymérique échangeuse d'ions pour leur séparation et un système double de détection monté en série. La détection des sucres est réalisée par réfractométrie (Beckman 156), celle des acides organiques par spectrophotométrie UV Visible (Varian 2550).

RESULTATS

L'observation de la couleur de chaque lot permet de vérifier l'homogénéité externe, laissant supposer une maturation uniforme. Les fruits restent à un stade tournant vert (note 3) pendant 4 à 5 jours. L'évolution de la couleur de la peau vers le jaune est ensuite très rapide. Après 21 jours, bien que la peau soit atteinte de larges nécroses noires, la pulpe reste en excellent état.

Le rapport du poids de la pulpe sur le poids de la peau (tableau 1) augmente rapidement de 1,25 pour les fruits verts à 2,82 pour les fruits «surmûrs» tout à fait en accord avec les résultats de ASIEDU, 1987 (1,22 - 1,68 pour les fruits verts ; 2,3-2,6 pour les fruits mûrs).

TABLEAU 1 - Evolution de la couleur et du rapport pulpe/peau au cours du stockage.

Prélèvement	Couleur	Poids pulpe/poids peau
T0	3	1,25
T7	5	1,55
T14	7	2,16
T21	surmûr	2,82

D'après STRATTON et LOESECKE, l'évolution de ce rapport serait liée aux changements des concentrations en sucres de la pulpe et de la peau. L'accroissement de la concentration en sucres, plus rapide dans la pulpe que dans la peau, entraînerait une modification des pressions osmotiques ; de ce fait l'eau de la peau aurait tendance à migrer vers la pulpe.

On peut voir dans le tableau 2 que la teneur en matière sèche de la pulpe diminue de 5,5 p. 100 entre le début et la fin des analyses, donc son taux d'humidité augmente. Il passe de 58,4 p. 100 à T0, à 61 p. 100 à T21.

D'autre part, l'évapotranspiration et la respiration provoquent des pertes d'eau importantes dans la peau, le

TABLEAU 2 - Evolution des teneurs en matière sèche (de la pulpe et de la peau) et du résidu insoluble à l'alcool de la pulpe.

Prélèvement	MS pulpe p. 100	MS peau p. 100	RS pulpe p. 100
T0	41,3	14,7	38,6
T7	39,9	17,3	35,3
T14	39,2	21,8	19,7
T21	39,0	31,5	11,3

taux d'humidité de celle-ci est de 85 p. 100 à la première analyse (T0), il n'est plus que de 68 p. 100 à T21. Cette perte d'eau de la peau doit accentuer les modifications du rapport pulpe/peau.

Les deux types de mesures de fermeté (sur fruit avec peau et sur fruit pelé) ont été réalisées en parallèle afin de voir si les mesures sur fruits entiers étaient bien représentatives de la fermeté de la pulpe, quel que soit l'état de l'épiderme et si elles étaient suffisantes pour caractériser l'état d'évolution du fruit pour la poursuite de nos essais.

Les courbes obtenues sont présentées sur la figure 1. Pour des valeurs de fermeté externes, comprises entre 2,5 et 5 kg/cm², il existe une bonne corrélation entre les deux paramètres mesurés (figure 2 - $r = 0,9979$). Il s'est avéré qu'au cours de ces essais, la fermeté des fruits ne dépassait jamais ces limites. Dans d'autres expérimentations, nous avons constaté qu'en dehors de celles-ci l'état de l'épiderme entraînait une surestimation de la mesure de fermeté externe par rapport à la fermeté réelle de la pulpe. L'élasticité de la peau (cas des fruits très verts à pulpe très ferme) ou au contraire son manque de turgescence (cas des fruits mûrs à pulpe molle et épiderme déshydraté) entraînent une difficulté de perforation qui provoque un rebond du curseur de l'appareil.

La fermeté de la pulpe est directement liée à son taux d'amidon ; la relation est pratiquement linéaire si la fermeté de la pulpe est comprise entre 0,7 et 1,5 kg/cm². Au delà de cette valeur, la courbe (figure 4) tend vers une asymptote car le taux d'amidon n'excède jamais 35 p. 100 de la matière fraîche alors que la fermeté de la pulpe peut dépasser 3 kg/cm².

Les caractéristiques biochimiques de la pulpe (tableau 3) évoluent peu entre le stade 3 et le stade 5. L'acidité de la pulpe (exprimée en milliéquivalents pour cent : me p. 100) reste faible pour ces deux stades de couleur. L'Extrait Sec Soluble (ESS) augmente au cours de la première semaine de stockage ; cet accroissement est lié au début de l'hydrolyse de l'amidon en sucres (figure 5).

Lorsque la couleur des fruits passe du stade 5 au stade 7, la composition de la pulpe est fortement modifiée. L'acidité est multipliée par 3, la valeur obtenue (9,4 me p. 100) est alors deux fois plus élevée que celle citée dans la littérature pour la banane dessert mûre (4,5 me p. 100 LOESECKE, 1950 ; WYMAN et PALMER, 1964).

L'hydrolyse de l'amidon (figure 5) peu importante (3,8 p. 100) au cours de la première semaine de stockage, s'accroît rapidement pour atteindre 50,9 p. 100. Au

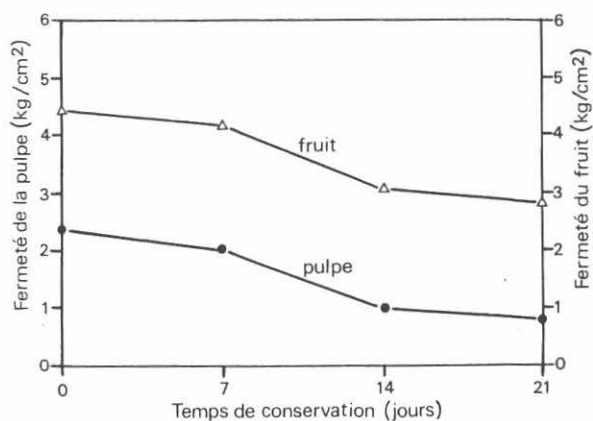


Fig. 1 • Mesure simultanée de la fermeté du fruit entier et de la pulpe après différents temps de stockage.

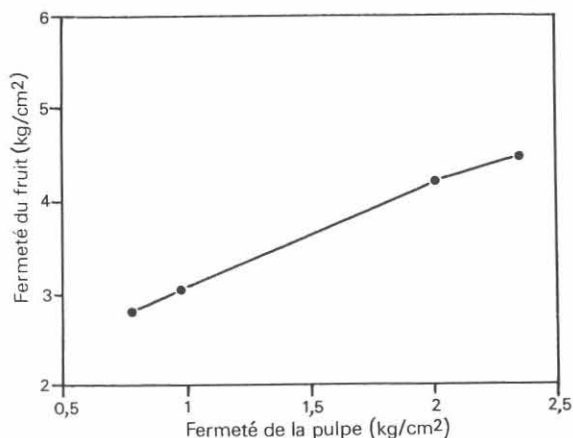


Fig. 2 • Droite de corrélation entre la fermeté du fruit entier et la fermeté de la pulpe.

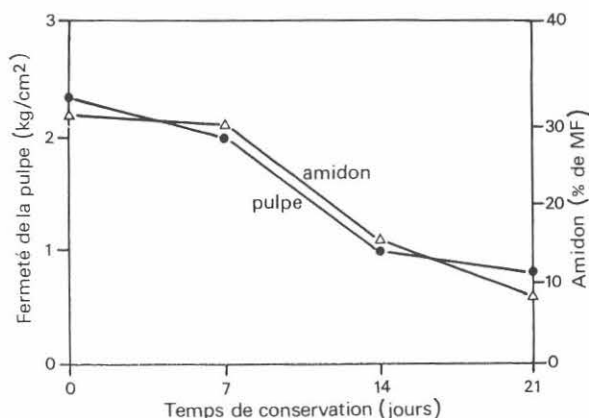


Fig. 3 • Evolution de la fermeté du fruit et de son taux d'amidon au cours de la conservation.

delà du stade 7, bien que l'amidon soit hydrolysé à 74,8 p. 100, son pourcentage reste important (8 p. 100 de la matière fraîche) contrairement à la banane dessert dont le taux d'amidon chute à 1-2 p. 100 après une semaine de

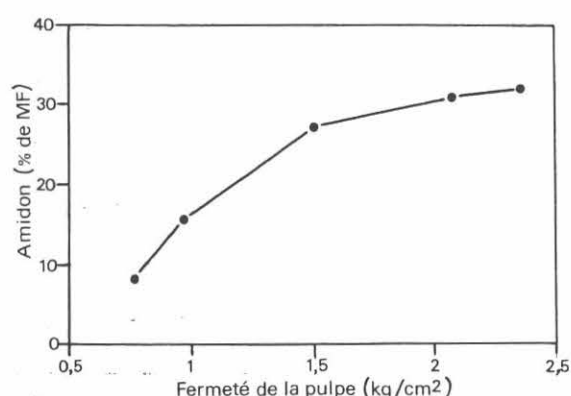


Fig. 4 • Correlation entre la fermeté de la pulpe et le taux d'amidon du fruit.

TABLEAU 3 - Evolution des caractères biochimiques de la pulpe des fruits.

Prélèvement	pH	ESS (20°C)	Acidité me p. 100
T0	6,03	2,9	1,73
T7	5,70	7,0	2,95
T14	4,50	24,4	9,40
T21	4,34	27,4	9,87

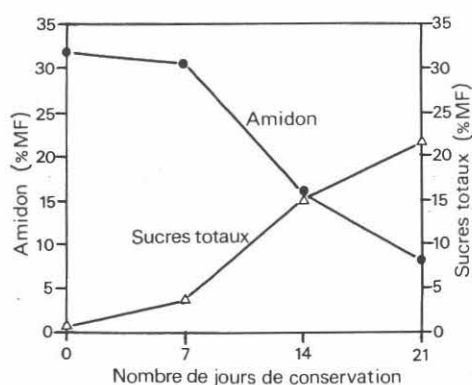


Fig. 5 • Evolution des taux d'amidon et des sucres totaux au cours de la maturation (% de matière fraîche).

conservation (HULME, 1971).

Les données bibliographiques sur les taux d'amidon dans la banane plantain sont relativement contradictoires. On trouve en effet des chiffres variant de 0,1 p. 100 (SANCHEZ-NIEVA, 1970), 11,7 p. 100 (STRATTON et LOE-SECKE, 1930), 9,0 p. 100 (MARRIOTT, 1981) à 28,6 p. 100 (KETIKU, 1973) pour le fruit mûr et 3,4 p. 100 dans le fruit « surmûr » (MARRIOTT, 1981). Ces variations sont vraisemblablement liées à l'appréciation visuelle des stades de maturation qui varie d'un auteur à l'autre et selon le cultivar étudié.

La concentration en sucres totaux varie en proportion inverse de celle de l'amidon (figure 5). La composition en sucres se modifie en fonction du stade de couleur analysé (figure 6). Dans le fruit vert (couleur 3), le pourcentage de

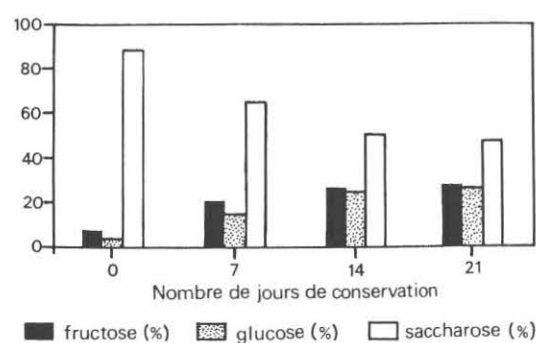


Fig. 6 • Variation de la proportion de chaque sucre au cours de la maturation (exprimée en % de la somme des sucres).

saccharose (par rapport aux trois sucres analysés) est de 88 p. 100. Il se stabilise à 50 p. 100 pour le fruit mûr (couleur 7) et ne diminue que très peu au-delà de ce stade. Le rapport fructose sur glucose qui est de 1,95 dans le fruit vert passe à 1,00 pour le fruit mûr (tableau 4).

TABLEAU 4 - Rapports entre les différents sucres.

Prélèvement	Coloration	Fructose/Glucose	Saccharose/ Fructose+ Glucose
T0	3	1,95	7,63
T7	5	1,40	1,88
T14	7	1,06	1,00
T21	surmûr	1,04	0,89

Dans la plupart des études réalisées sur banane (dessert ou plantain), ce sont surtout l'amidon et les sucres qui sont analysés. Ils représentent en effet les paramètres qui évoluent le plus quantitativement lors de la maturation.

Les acides organiques de la banane plantain ont été beaucoup moins étudiés. Dans ce travail nous avons suivi l'évolution des deux acides quantitativement les plus importants (citrique et malique). Nous en avons identifié d'autres qui apparaissent à l'état de traces tels que les acides cis-aconitique, trans aconitique, succinique ou présents en proportions plus importantes tels que l'acide adipique et l'acide oxalique.

L'acide citrique est toujours plus abondant que l'acide malique (tableau 5). Dans le fruit très vert, leurs concentrations sont à peu près équivalentes mais au cours de la ma-

TABLEAU 5 - Variations des teneurs en acides organiques en cours de maturation (milligrammes pour 100 grammes de pulpe fraîche).

Prélèvement	Citrique	Malique	Totaux
T0	33,1	21,5	58,6
T7	214,4	87,9	303,6
T14	491,7	8,6	501,4
T21	632,2	10,0	643,8

turation, la concentration de l'acide citrique s'accroît dans un rapport de 1 à 20 (entre les prélèvements T0 et T21). Celle de l'acide malique atteint un maximum après 7 jours de stockage puis décroît. L'augmentation de l'acidité (tableau 3) est donc essentiellement liée à l'accroissement de la concentration de l'acide citrique.

CONCLUSION

Parmi les paramètres que nous avons étudiés, le changement de couleur de l'épiderme est la première manifestation du déclenchement de la maturation. Bien qu'il soit parfaitement perceptible entre les stades 3 et 5, il correspond à des évolutions biochimiques lentes.

Par contre le passage de la couleur 5 à la couleur 7 s'accompagne de très importantes modifications biochimiques de la pulpe (forte diminution de la fermeté, du taux d'amidon, augmentation de l'acidité, des sucres totaux et de l'ESS).

Dans certaines limites la fermeté du fruit entier est suffisante pour donner une très bonne appréciation de la fermeté de la pulpe. Dans cette même gamme de mesures,

la fermeté de la pulpe augmente linéairement avec le taux d'amidon.

La concentration en sucres totaux augmente au cours de la maturation et le pourcentage de chacun des sucres varie. L'augmentation de l'acidité de la pulpe pendant la conservation est due essentiellement à l'accroissement de la teneur en acide citrique.

Cette étude constitue la première étape du programme de conservation de la banane plantain réalisé à Montpellier. D'autres études complémentaires ont été réalisées dans les mêmes conditions (acheminement, durée de transport, intervalle fleur-coupe des fruits) afin de permettre la meilleure comparaison possible entre les différents essais.

Cette étude nous a permis d'établir une échelle de référence pour l'évolution biochimique du fruit qui sera utilisée dans les études ultérieures qui seront réalisées en ce domaine.

Elle a permis en outre de situer le cultivar Orishele par rapport aux autres cultivars déjà étudiés dans le cadre des travaux antérieurs.

BIBLIOGRAPHIE

- ANONYME.
La qualité de la banane.
La réglementation française et son interprétation.
IRFA, 1980, 74 p.
- ASIEDU (J.J.). 1987.
Physiochemical changes in plantain during ripening and the effect of degree of ripeness on drying.
Trop. Sci., 27, 249-260.
- HULME (A.C.). 1971.
The biochemistry of fruits and their products.
Academic Press London and New York, vol. 1, 620 p ; vol. 2, 788 p.
- IFONZUO (W.A.L.) and OMUARU (W.O.T.). 1988.
Effect of ripening on the chemical composition of plantain peels and pulps.
J. Sci. Food Agric., 45, 333-336.
- KETIKU (A.O.). 1973.
Chemical composition of unripe and ripe plantain.
J. Sci. Food, Agric., 24 (6), 703-707.
- LOESECKE (H.W. von). 1950.
Bananas.
2nd Ed. Interscience New York.
- MARRIOTT (J.), ROBINSON (M.) and KARIKARI (S.K.). 1981.
Starch and sugar transformation during the ripening of plantains and bananas.
J. Sci. Food Agric., 32, 1021-1026.
- MARRIOTT (J.), ROBINSON (M.) and KARIKARI (S.K.). 1983.
Evolution de la composition de trois variétés de bananes plantains au cours de leur mûrissement.
Fruits, 38 (4), 343-347.
- N'DA ADOPO (A.). 1987.
Recherche d'un point de récolte de la banane plantain.
Doc. interne, 5 p., 8 fig.
- SANCHEZ NIEVA (F.), HERNANDEZ (I.) and BUESO DE VINAS (C.). 1970.
Studies on the ripening of plantains under controlled conditions.
J. of Agric. of the Univ. of Puerto-Rico, 54 (3), 517-529.
- STRATTON (F.) and LOESECKE (H.W. von). 1931.
Changes in osmotic pressure of bananas during ripening.
Plant Physiology, 6, 361-365.
- WYMAN (H.) and PALMER (J.K.). 1964.
Pl. Physiol., Lancaster, 39, 630.

EVOLUCION DE ALGUNOS CRITERIOS FISICO-QUIMICOS DEL PLATANO (CULTIVAR ORISHELE) AL MOMENTO DE LA MADURACION.

Marie-Noëlle COLLIN y Régine DALNIC.

Fruits, Jan.-Feb. 1991, vol. 46, n° 1, p. 13-17.

RESUMEN - Se han estudiado algunos criterios físico-químicos del plátano (cultivar Orishele), en el transcurso de la maduración a temperatura ambiente. Los parámetros escogidos servirán para el control de los frutos durante los ensayos de conservación a realizar posteriormente.

La representatividad de las mediciones de consistencia en la fruta entera es estudiada.

El contenido de almidón es medido en los diferentes estados de color, igualmente la concentración de los azúcares principales y de los dos ácidos orgánicos cuantitativamente más importantes.

